

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

RECEIVED 03
15 AUG 2003

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 8月 5日

出願番号

Application Number:

特願2002-227535

[ST.10/C]:

[JP2002-227535]

出願人

Applicant(s):

パイオニア株式会社

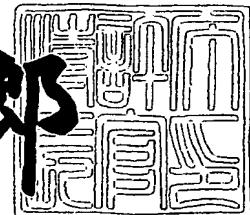
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 1月 14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3105457

【書類名】 特許願
【整理番号】 57P0184
【提出日】 平成14年 8月 5日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G11B 7/00
G03H 1/00
【発明の名称】 空間光変調器
【請求項の数】 6
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式
会社 総合研究所内
【氏名】 田中 覚
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式
会社 総合研究所内
【氏名】 伊藤 善尚
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式
会社 総合研究所内
【氏名】 橋 昭弘
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式
会社 総合研究所内
【氏名】 塙田 義久
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式
会社 総合研究所内
【氏名】 黒田 和男

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式
会社 総合研究所内

【氏名】 杉浦 聰

【特許出願人】

【識別番号】 000005016

【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079119

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤村 元彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 016469

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006557

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 空間光変調器

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の光変調素子が同一の平面内に配された空間光変調器であって、

前記平面内の任意の方向における光変調素子の配列に対応する周期構造の周期が少なくとも2つ存在するように前記複数の光変調素子が配されていることを特徴とする空間光変調器。

【請求項2】 複数の光変調素子が円形の光変調領域内に配された空間光変調器であって、

前記光変調領域内の任意の方向における光変調素子の配列に対応する周期構造の周期が少なくとも2つ存在するように前記複数の光変調素子が配され、前記光変調素子の面積は、前記光変調領域の外周方向に沿って増大していることを特徴とする空間光変調器。

【請求項3】 前記複数の光変調素子は、前記光変調領域の中心を最大点とするガウス分布形状に応じた面積比を有することを特徴とする請求項2に記載の空間光変調器。

【請求項4】 円形の光変調領域を有する空間光変調器であって、

前記光変調領域を放射状に分割し更に同心円状に分割して得られた領域の各々に光変調素子が配されていることを特徴とする空間光変調器。

【請求項5】 前記光変調領域の半径方向における光変調素子の配列に対応する周期構造の周期が少なくとも2つ存在するように前記光変調素子が配されていることを特徴とする請求項4に記載の空間光変調器。

【請求項6】 前記光変調素子は、前記光変調領域の中心を最大点とするガウス分布形状に応じた面積比を有することを特徴とする請求項4に記載の空間光変調器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ホログラム記録再生装置等に用いられる空間光変調器等に関する。

【0002】

【従来の技術】

ホログラムの原理を利用したデジタル情報記録システムとして、体積ホログラフィック記録システムが知られている。このシステムの特徴は、情報信号を記録媒体に屈折率の変化として記録することである。記録媒体には、ニオブ酸リチウム単結晶などのフォトリフレクティブ材料が使用される。

【0003】

ホログラム記録再生法の1つにフーリエ変換を用いて記録及び再生する方法がある。

図1に示すように、従来のホログラム記録再生装置の一例を示す図である。この図において、レーザ光源11から発せられたレーザ光12は、ビームスプリッタ13において信号光12Aと記録参照光12Bとに分割される。信号光12Aは、ビームエキスパンダ14でビーム径を拡大されて、平行光として、透過型のTFT液晶装置(LCD)のパネルなどの空間光変調器(SLM:Spatial Light Modulator)15に照射される。空間光変調器(SLM)15は、エンコーダ25で信号変換された記録データを電気信号として受け取って、平面上に明暗のドットパターンを形成する。信号光12Aは、空間光変調器(SLM)15を透過すると、光変調されて、データ信号成分を含む。ドットパターン信号成分を含んだ信号光12Aは、その焦点距離fだけ離しておいたフーリエ変換レンズ16を通過し、当該ドットパターン信号成分はフーリエ変換されて、記録媒体5内に集光される。

【0004】

一方、ビームスプリッタ13において分割された記録参照光12Bは、ミラー18、ミラー19によって記録媒体(体積ホログラフィックメモリ)5内に導かれて、信号光12Aの光路と記録媒体5の内部で交差して光干渉パターンを形成し、光干渉パターン全体を屈折率の変化として記録する。

このように、コヒーレントな平行光で照明された画像データからの回折光をフーリエ変換レンズで結像し、その焦点面すなわちフーリエ面上の分布に直してフ

ーリエ変換の結果の分布をコヒーレントな参照光と干渉させてその干渉縞を焦点近傍の記録媒体に記録する。1データページ（以下、単にページという）目の記録が終了したら、ミラー19を所定量回転し、かつ、その位置を所定量平行移動させ記録媒体5に対する記録参照光12Bの入射角度を変化させ、2ページ目を同じ手順で記録する。このように逐次記録を行うことにより角度多重記録を行う。

【0005】

一方で、再生時には逆フーリエ変換を行いドットパターン像を再生する。データ再生においては、図1に示すように、例えば、空間光変調器（SLM）15によって信号光12Aの光路を遮断して、参照光12Bのみを記録媒体5へ照射する。再生時には、再生するページを記録した時の記録参照光と同じ入射角度になるように、ミラー19の位置と角度をミラーの回動と直線移動を組み合わせて変化させ制御する。参照光12Bの照射された記録媒体5の反対側には、記録された光干渉パターンを再現した再生光が現れる。この再生光を逆フーリエ変換レンズ16Aに導いて、逆フーリエ変換するとドットパターン信号を再現することができる。さらに、このドットパターン信号を焦点距離位置の電荷結合素子CCDなどの光検出器20によって受光して、電気的なデジタルデータ信号に再変換した後、デコーダ26に送ると、元のデータが再生される。

【0006】

フーリエ変換ホログラム記録においてLCDなどの空間光変調器15でフーリエ変換された信号光は、空間光変調器15の画素の繰り返しによる1次回折光が最高周波数成分となる。

図2は、従来の空間光変調器15のパターンを示す平面図であり、一边の長さが a (μm) の正方形の画素がマトリクス状に配されている。すなわち、空間光変調器15の画素ピッチは a (μm) である。なお、参照符6は、信号光のビーム径を表している。

【0007】

図3に示すように、信号光の光軸を z 方向とし、信号光に垂直な面内における画素の行方向及び列方向をそれぞれ x 方向及び y 方向とすると、信号光と参照光

を干渉させ記録媒体5内で記録をおこなう際、フーリエ面に平行なx y平面に信号光の光軸に対称な位置に空間周波数スペクトル分布光強度が生じる。

フーリエ変換ホログラムを用いるホログラム記録では、空間的に限られたスペースにホログラムを納めることができることと、情報をフーリエ変換して逆空間に情報を分散して記録すること、記録の冗長性を高めることができるという利点がある。記録面の空間周波数(f_{sp})、光の波長(λ)、フーリエ変換レンズの焦点距離(F_1)を用いて、フーリエ面での0次と1次フーリエスペクトルの間隔(d_1)は次のように対応づけることができる。

【0008】

$$d_1 = f_{sp} \cdot \lambda \cdot F_1$$

空間光変調器15の画素ピッチが $4.2\text{ }\mu\text{m}$ 、波長 532 nm 、焦点距離 165 mm である場合、これに対応したフーリエスペクトル間隔(d_1)は上式によると 2.1 mm となる。したがって記録すべき情報は光軸上約 $\pm 2.1\text{ mm}$ の範囲に存在することになる。すなわち、図3に示すように、この1次回折光と0次光とで構成される田の字型のx y空間内($x, y \leq \pm d_1$)に空間光変調器15に現れた2次元データを分散させている。

【0009】

従って、空間光変調器15の透過／非透過の2次元格子パターンが極めてランダムである場合を除いて、フーリエ変換像には、当該2次元パターンのフーリエ成分に応じたピークが生じることになる。このようなフーリエ変換像にピークが生じると、当該ピーク位置において記録媒体のフォトリフレクティブ効果が飽和し、記録画像の非線形歪みが生じやすくなるという問題があった。

【0010】

また、記録時におけるダイナミックレンジを確保するために、記録に必要な時間が長くなる、S/N比が低下する、あるいは高感度の記録媒体が必要とされる等の問題があった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、本発明が解決しようとする課

題には、上記した問題が1例として挙げられる。すなわち、高感度の記録が可能で、信号歪みが小さい高性能な空間光変調器を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明の空間光変調器は、複数の光変調素子が同一の平面内に配された空間光変調器であって、平面内の任意の方向における光変調素子の配列に対応する周期構造の周期が少なくとも2つ存在するよう複数の光変調素子が配されていることを特徴としている。

【0013】

本発明の空間光変調器は、複数の光変調素子が円形の光変調領域内に配された空間光変調器であって、光変調領域内の任意の方向における光変調素子の配列に対応する周期構造の周期が少なくとも2つ存在するよう複数の光変調素子が配され、光変調素子の面積は、光変調領域の外周方向に沿って増大していることを特徴としている。

【0014】

本発明の空間光変調器は、円形の光変調領域を有する空間光変調器であって、光変調領域を放射状に分割し更に同心円状に分割して得られた領域の各々に光変調素子が配されていることを特徴としている。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の実施例を図面を参照しつつ詳細に説明する。尚、以下に説明する図において、実質的に同等な部分には同一の参照符号を付している。

【第1の実施例】

図4は、本発明の第1の実施例である空間光変調器40を用いたホログラム記録再生装置10の構成を示すブロック図である。

【0016】

このホログラム記録再生装置10の光学系10Aにおいては、信号光12Aと記録参照光12Bの光源として、例えば、波長532nmの近赤外光を射出する半導体レーザが用いられる。レーザ光源11は、レーザドライバ31によって駆

動される。レーザドライバ31は、このホログラム記録再生装置10の各回路ブロックに接続され、装置全体の制御を行うメインコントローラ(CPU)30により制御される。すなわち、レーザドライバ31には、書き込みタイミング信号等を含む各種制御信号がメインコントローラ30から供給され、レーザドライバ31は当該制御信号に基づいてレーザ光源11を駆動する。

【0017】

レーザ光源11から発せられるレーザ光12は、ビームスプリッタ13によつて信号光12Aと記録参照光12Bとに分割される。レーザ光源11から発せられたレーザ光12は、ビームスプリッタ13において信号光12Aと記録参照光12Bとに分割される。信号光12Aは、ビームエキスパンダ14でビーム径が拡大されて、平行光として、透過型のTFT液晶装置(LCD)のパネルからなる空間光変調器(SLM:Spatial Light Modulator)40に入射される。

【0018】

空間光変調器(SLM)40においては、平面内の任意の方向における光変調素子の配列に対応する周期構造の周期が少なくとも2つ存在するよう複数の光変調素子が配されている。すなわち、光変調素子の配列に対応するフーリエ面上におけるフーリエ周波数のピーク成分が少なくとも2つ存在するよう光変調素子が配されている。

【0019】

本実施例において、空間光変調器(SLM)40は、図5の平面図に示すように、信号光のビーム径6内接する程度の円形の光変調領域6Aを有している。光変調領域6Aは、円の中心を通る放射状の区画線によって所定の角度(θ)毎に分割されるとともに、半径が R_1, R_2, \dots, R_n の区画線によって同心円状に分割されている。分割された各領域は光変調素子(以下、画素ともいう。)40Aに対応し、これにより、空間光変調器40には、画素 $A_{k,1}, A_{k,2}, \dots, A_{k,n}$ ($k = 1, 2, \dots, m$)が構成されている。従って、空間光変調器40は、 $n \times m$ 個の画素から構成されている。

【0020】

例えば、 $k = 1$ の場合について説明すると、図6の部分拡大図に示すように、

$A_{1,1}, A_{1,2}, \dots, A_{1,n}$ の各画素は半径方向においてピッチが異なるように構成されている。なお、ピッチが同一であるような画素が無いように構成されるのが好ましい。また、ピッチの逆数が同程度の値となるように構成することによってフーリエスペクトルの間隔を均等に分散させることができる。このように空間光変調器40を構成することにより、フーリエ面において、各画素に対応するフーリエスペクトルの間隔はそれぞれ異なることになり、フーリエ変換像の特定の位置にピークが生じることを回避することができる。

【0021】

本実施例においては、さらに、レンズへの入射光量を有效地に得るために、フーリエ周波数の高い画素、すなわち小さな画素を中心部に配し、フーリエ周波数の低い画素、すなわち大きな画素を周辺部に配するようにしている。つまり、 $A_{1,1}, A_{1,2}, \dots, A_{1,n}$ の各画素の半径方向の長さ $L_{1,j}$ ($j = 1, 2, \dots, n$) は、周辺部の画素ほど (j が大きいほど) 長くなるようにしている。

【0022】

さらに、 $A_{1,1}, A_{1,2}, \dots, A_{1,n}$ の各画素の面積は信号光ビームのパワー密度に応じて定められている。すなわち、信号光ビームがガウス分布形状を有する場合には、ビーム中央部でパワー密度が高く、ビーム周辺部に向かうに従ってパワー密度は低下していく。従って、各画素に入射する光パワーが実質的に一定となるように各画素の面積は定められている。なお、各画素に入射する光パワーの比が所定範囲内に収まるように各画素の面積を定めてもよい。

【0023】

空間光変調器（SLM）40は、記録すべきデータ信号に基づいて明暗のドットパターンを形成する。より詳細には、エンコーダ25は、1次元のシリアルデジタル信号列からなる記録データ信号を受け取り、上記した空間光変調器（SLM）40の画素配列に応じた2次元データ配列に変換する。さらに、エンコーダ25は当該2次元データ配列にエラー訂正符号を付加して、2次元データ信号（単位ページ系列データ信号）を生成する。また、エンコーダ25内にはSLMドライバ（図示しない）が設けられており、当該SLMドライバは2次元データ信号に基づいて駆動信号を生成して、空間光変調器（SLM）40を駆動する。こ

れにより、空間光変調器（SLM）40には、2次元データ信号に応じた2次元のパターンが形成される。

【0024】

信号光12Aは、空間光変調器（SLM）40を透過すると、当該パターンによって光変調される。すなわち、空間光変調器15は、単位ページに対応する変調処理単位を有し、照射された波長532nmの可干渉性のシグナルビームをエンコーダ25からの単位ページ系列データに応じて、各画素毎に光をオン／オフして、変調された信号光ビームを生成する。より詳細には、空間光変調器12は電気信号である単位ページ系列データの論理値“1”に応答してシグナルビームを通過させ、論理値“0”に応答してシグナルビームを遮断することにより、単位ページデータにおける各ビット内容に従った電気－光学変換が達成され、単位ページ系列の信号光としての変調された信号光ビーム（シグナルビーム）が生成される。

【0025】

当該記録データ信号を含んだ信号光12Aは、その焦点距離fだけ離しておいたフーリエ変換レンズ16を通過し、当該パターン信号成分はフーリエ変換されて、記録媒体5内に集光される。

一方、ビームスプリッタ13において分割された記録参照光12Bは、ミラー18、ミラー19によって記録媒体（体積ホログラフィックメモリ）5内に導かれて、信号光12Aの光路と記録媒体5の内部で交差して光干渉パターンを形成し、光干渉パターン全体を屈折率の変化として記録する。

【0026】

このように、コヒーレントな平行光で照明された画像データからの回折光をフーリエ変換レンズで結像し、コヒーレントな参照光と干渉させてその干渉縞を焦点近傍の記録媒体に記録する。1データページ（以下、単にページという）目の記録が終了したら、記録媒体ドライバ33により記録媒体5の位置を所定量平行移動させ、2ページ目と同じ手順で記録する。このように逐次記録を行うことにより記録を行う。

【0027】

一方で、再生時には逆フーリエ変換を行いドットパターン像を再生する。データ再生においては、図4に示すように、例えば、シャッタ17又は空間光変調器(SLM)40によって信号光12Aの光路を遮断して、参照光12Bのみを記録媒体5へ入射させる。これにより、記録された光干渉パターンを再現した再生光が現れ、この再生光を逆フーリエ変換レンズ16Aに導いて、逆フーリエ変換するとパターン信号を再現することができる。さらに、このパターン信号を電荷結合素子CCDなどの光検出器20によって受光して、電気的なデジタルデータ信号に再変換した後、デコーダ26に送ると、記録されていたデータが再生される。

【0028】

フーリエ変換像に生じるピークの強度及び位置などは、データ信号のビットパターンにも依存するが、本発明によれば、データ信号のビットパターンの如何にかかわらず、フーリエ変換像に生じるピークを回避でき、記録媒体のフォトリフレクティブ効果の飽和を招くことを防止できる。従って、非線形歪みが生じにくく、高感度のホログラム記録が可能で、高性能な空間光変調器を実現することができる。

〔第2の実施例〕

図7は、本発明の第2の実施例である空間光変調器41の構成を示す模式的な平面図である。空間光変調器40は、透過型のTFT液晶装置(LCD)のパネルからなる。

【0029】

図7の平面図に示すように、空間光変調器(SLM)41は、各々が円形状を有する複数の光変調素子(画素)41Aから構成されている。これらの複数の画素41Aは、空間光変調器41の面内において以下のいずれかの条件を満たすように配列されている。

- (1) 空間光変調器41の面内における任意の線上の画素41Aによるフーリエ周波数が複数となるように配列されていること。又は、
- (2) 当該複数の画素41Aは、ランダムな大きさを有していること。又は、

(3) フーリエ周波数の高い画素、すなわち小さな画素を中心部に配し、フーリエ周波数の低い画素、すなわち大きな画素を周辺部に配するようにしていること。

【0030】

なお、これらのうち複数の条件を満たすように配列してもよい。本実施例においては、上記のうち、(1)～(3)の全てを満たすように配列されている。

また、各画素の面積は信号光ビームのパワー密度に応じて定めるのが好ましい。すなわち、信号光ビームがガウス分布形状を有する場合には、ビーム中央部でパワー密度が高く、ビーム周辺部に向かうに従ってパワー密度は低下していく。従って、各画素に入射する光パワーの比が所定範囲内に収まるように各画素の面積を定めてもよい。

【0031】

図8は、本発明の空間光変調器41の他の実施例を示す模式的な平面図である。各光変調素子（画素）41Aは円形状を有し、各画素の面積は、光変調領域6Aの外周方向に沿って増大している。

あるいは、各画素は円形状である必要はない。図9に示すように、矩形の画素42Aからなる空間光変調器42であってもよい。本実施例の場合、上記のうち、(1)～(3)の全てを満たすように配列されている。

【0032】

さらに、各画素が同一の形状からなる必要はない。すなわち、全ての画素が円形、又は矩形である必要はなく、ランダムな形状の画素を配列するようにしてもよい。

かかる構成によれば、フーリエ変換像に生じるピークを回避でき、記録媒体のフォトリフラクティブ効果の飽和を招くことを防止できる。従って、非線形歪みが生じにくく、高感度のホログラム記録が可能で、高性能な空間光変調器を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来のホログラム記録再生装置の一例を示す図である。

【図2】

一边の長さが a の正方形の画素がマトリクス状に配されている従来の空間光変調器のパターンを示す平面図である。

【図3】

信号光と参照光の干渉によりフーリエ面に平行な x y 平面に生じる周波数スペクトル光強度を示す図である。

【図4】

本発明の第1の実施例である空間光変調器を用いたホログラム記録再生装置の構成を示すブロック図である。

【図5】

本発明の第1の実施例である空間光変調器の光変調素子形状を示す模式的な平面図である。

【図6】

図5に示す空間光変調器の部分拡大図である。

【図7】

本発明の第2の実施例である空間光変調器の構成を示す模式的な平面図である

【図8】

本発明の他の実施例である、円形の光変調素子を有する空間光変調器の構成を示す模式的な平面図である。

【図9】

本発明の他の実施例である、矩形の光変調素子を有する空間光変調器の構成を示す模式的な平面図である。

【主要部分の符号の説明】

5 記録媒体

1 2 A 信号光

1 2 B 参照光

1 5, 4 0, 4 1, 4 2 空間光変調器 (SLM)

2 0 光検出器

2 5 エンコーダ

26 デコーダ

27, 27A, 27B

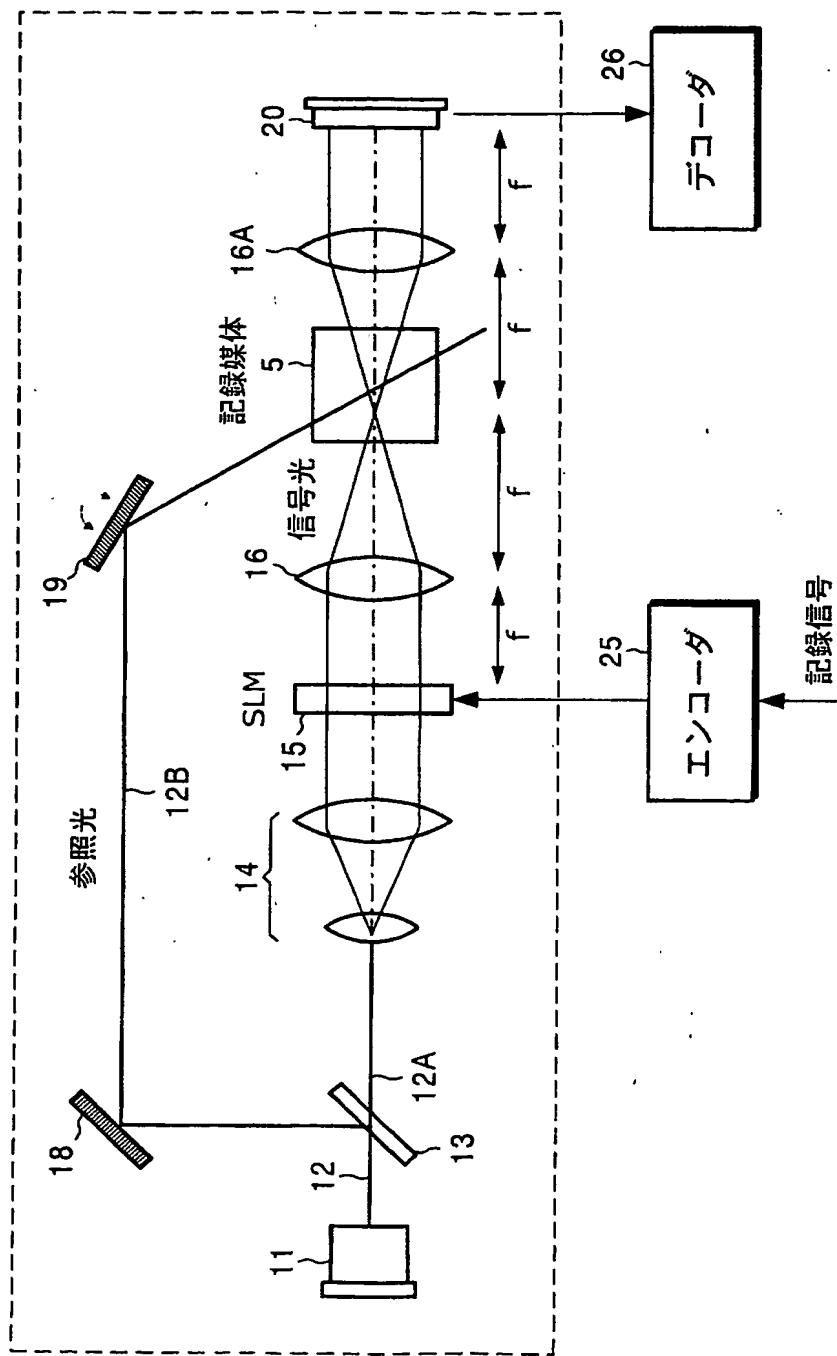
33 記録媒体ドライバ

40A、41A、42A 光変調素子（画素）

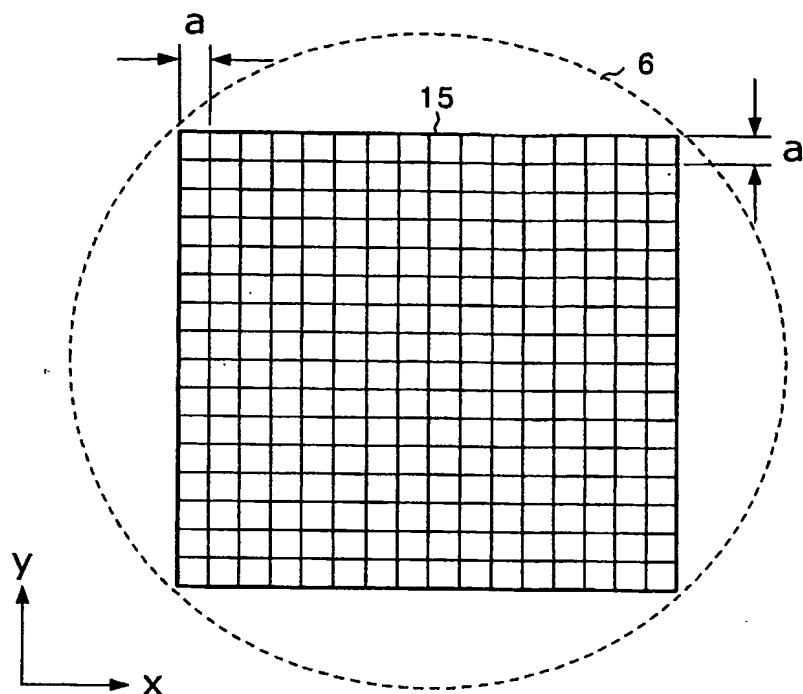
【書類名】

図面

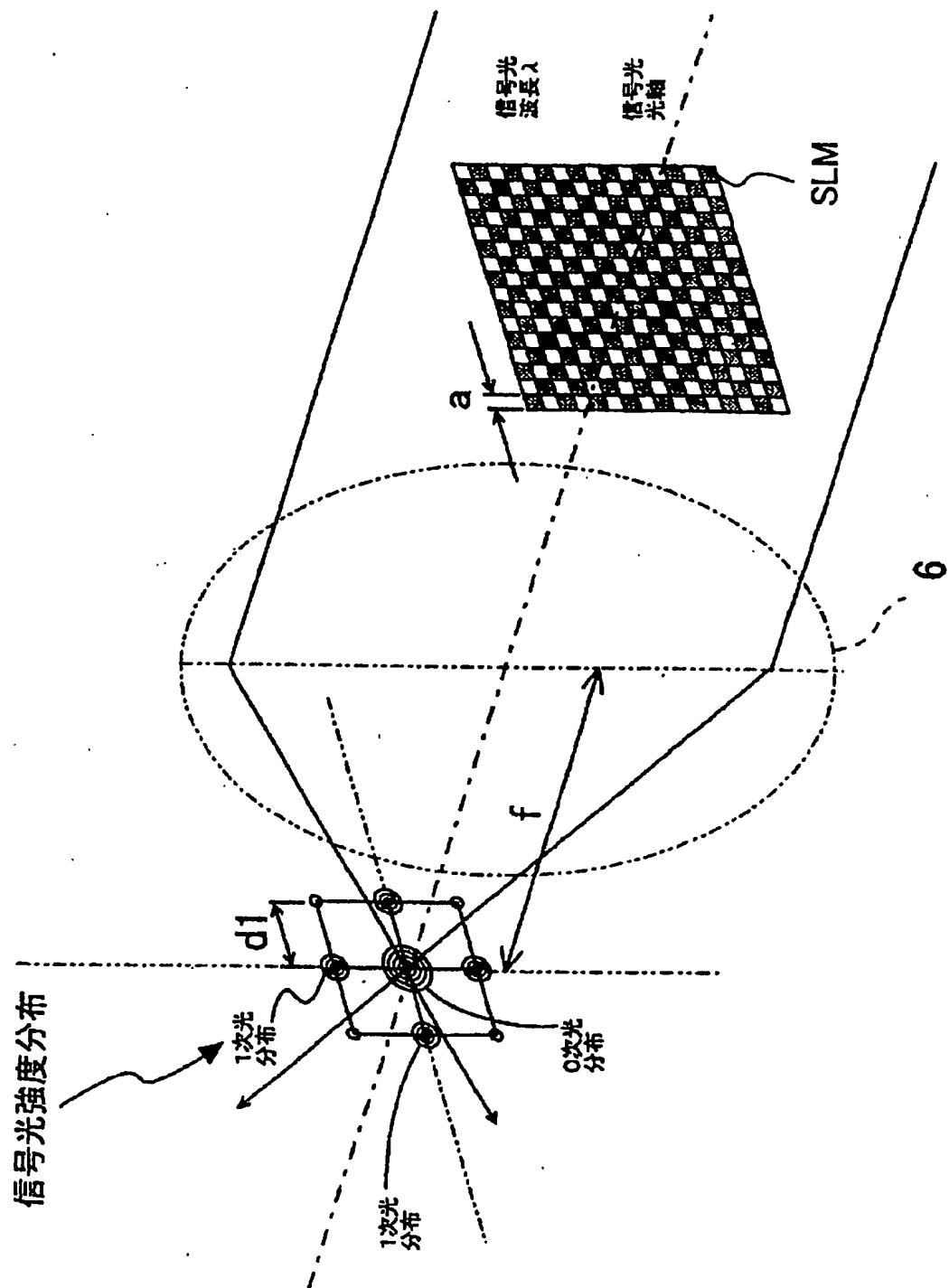
【図1】



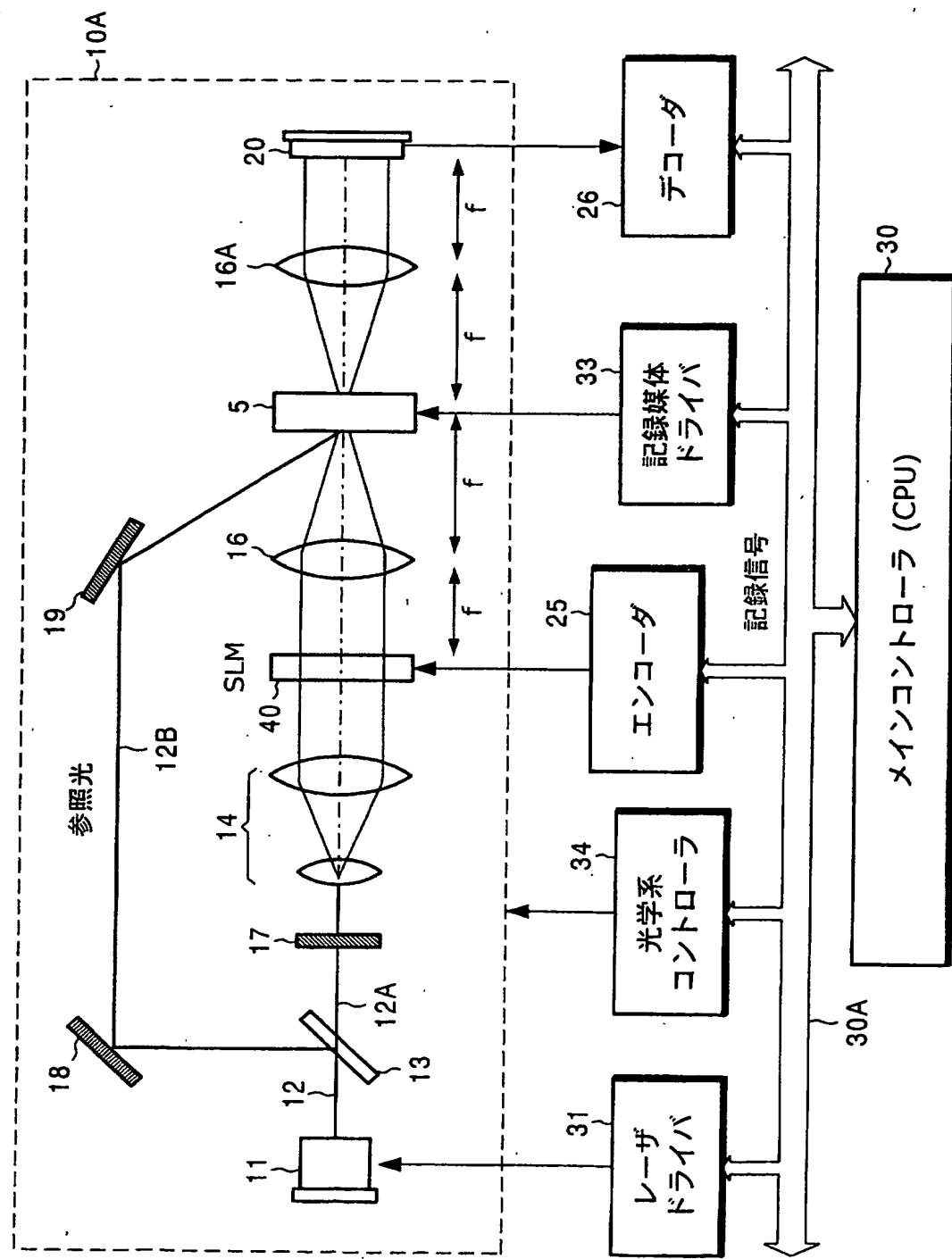
【図2】



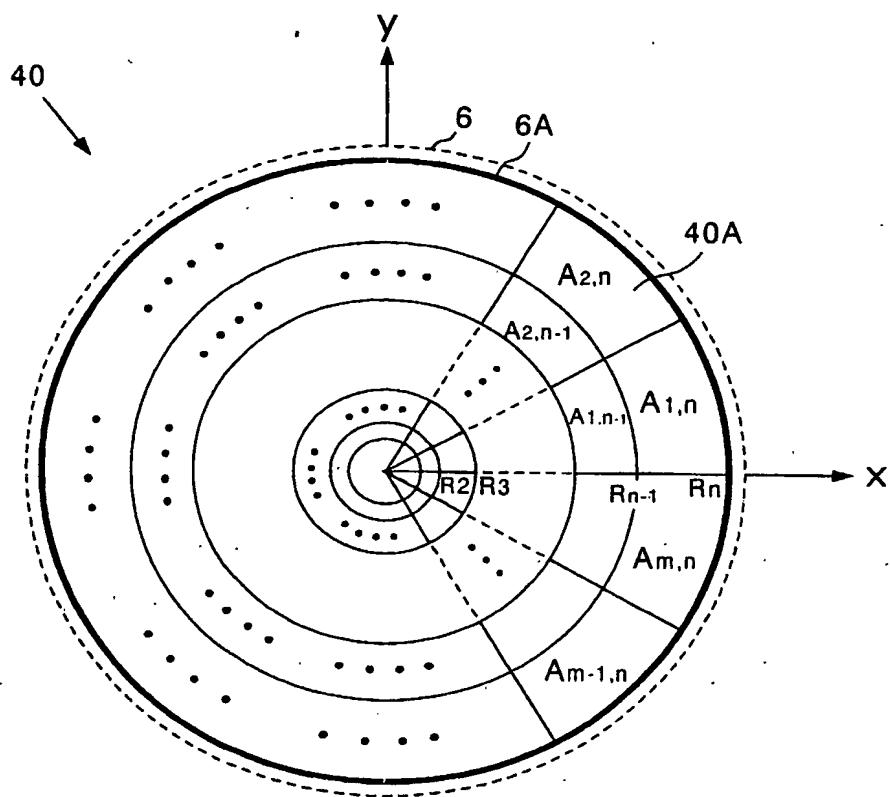
【図3】



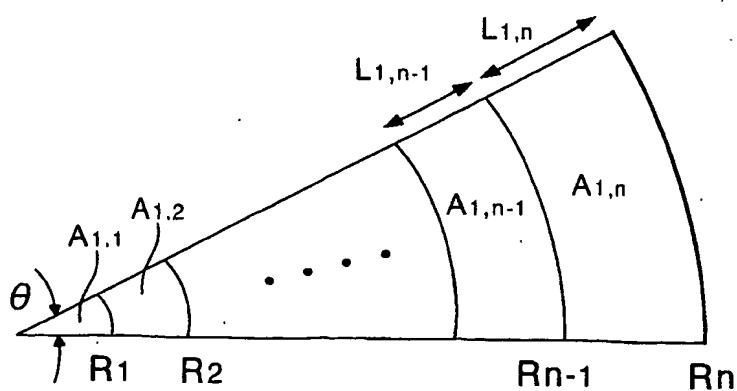
【図4】



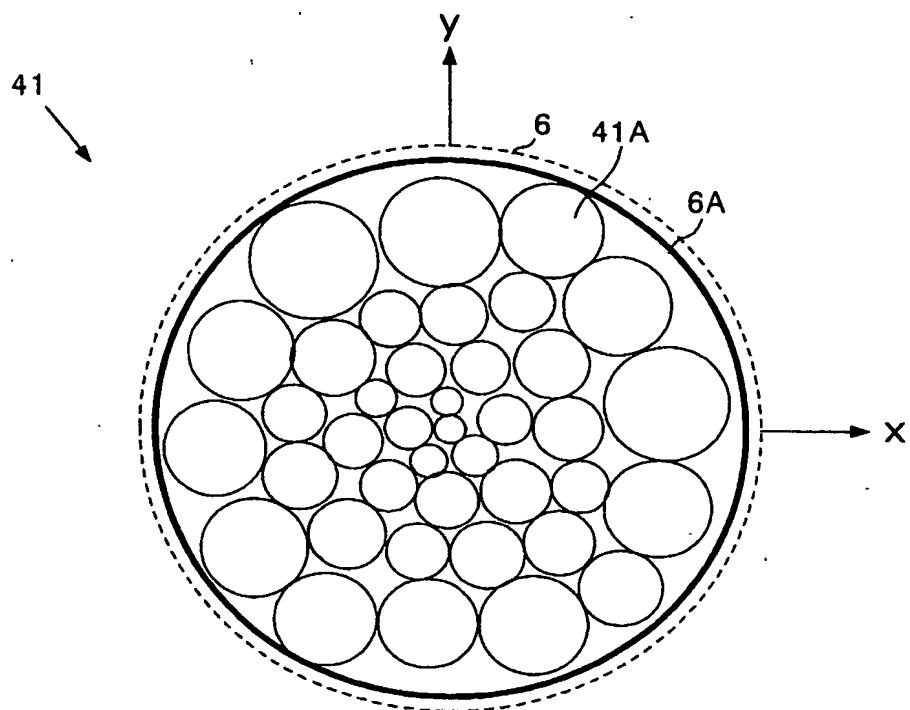
【図5】



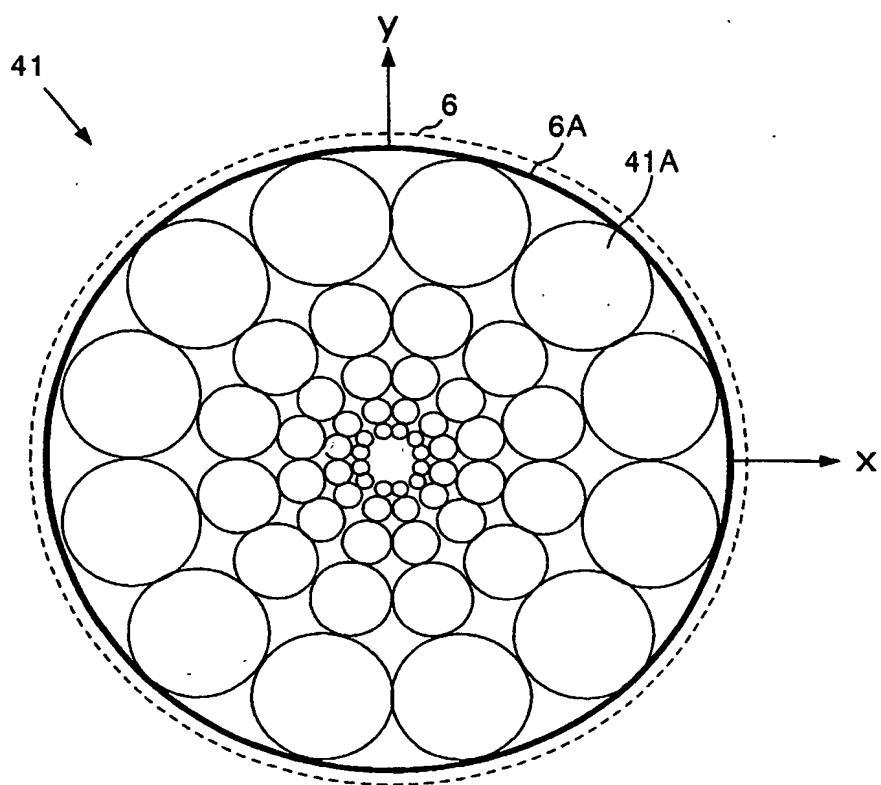
【図6】



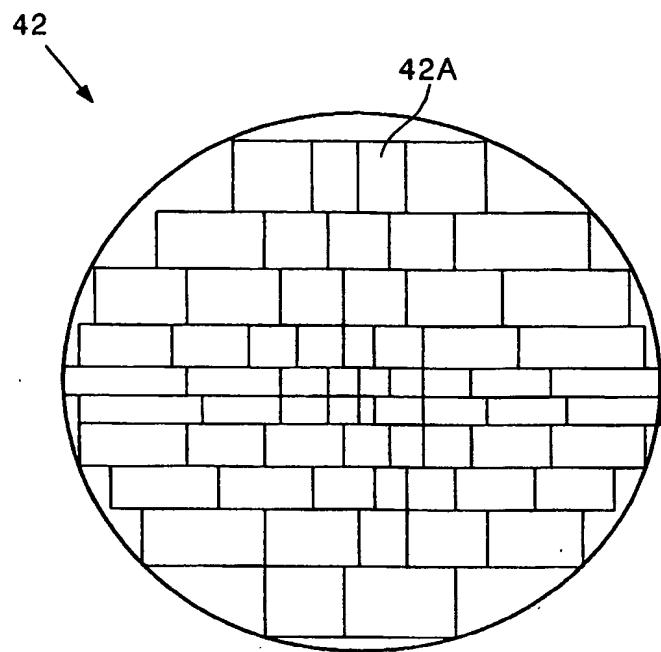
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 高感度の記録が可能で、信号歪みが小さい高性能な空間光変調器を提供する。

【解決手段】 光変調素子が配された平面内の任意の方向における光変調素子の配列に対応する周期構造の周期が少なくとも2つ存在するように複数の光変調素子が配されている。

【選択図】 図5

出願人履歴情報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都目黒区目黒1丁目4番1号

氏 名 パイオニア株式会社